



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

CARLOS HENRIQUE DE MELO COSTA

DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DE
PALMAS – TO

Palmas – TO

2018

CARLOS HENRIQUE DE MELO COSTA

DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DE PALMAS –
TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientadora: Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos

Co-orientador: Econ. Adeluzio Azevedo

Palmas – TO

2018

CARLOS HENRIQUE DE MELO COSTA

DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICO DE
PALMAS – TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos

Co-orientador: Econ. Adeluzio Azevedo

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

Aos meus pais, José Ribamar e Vilma de Melo, a minha namorada Caroline, todos os familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me confiado esta missão e me permitir está completando mais esta etapa na minha vida, sempre na sua graça, com saúde, paz, amor e proteção, também agradeço por estar recebendo mais um dom com a conclusão do curso, que é o de ser Engenheiro Civil.

Tenho muito a agradecer aos meus pais, que sempre me apoiaram e motivaram, sempre muito presentes e que me ensinaram a ser forte e persistente. Obrigado pai (José Ribamar da Costa) e mãe (Vilma de Melo Terra) por todos os valores que me ensinaram, a pessoa que me tornei e tudo que hoje sou agradeço a vocês.

Obrigado a todos que acreditaram no meu potencial, em especial a minha namorada (Caroline Lopes Bezerra) que também sempre me apoiou e me acompanhou em todas as minhas decisões, sempre com muito carinho, amor, muita paciência e compreensão entendeu minha ausência nesses anos juntos, sua ajuda foi de extrema importância e fundamental para a minha formação.

Agradeço a toda minha família, em especial a minha tia Arlene por ter me recebido em sua casa durante esses anos, no qual lutei muito para realizar este trabalho, obrigado por ter me tratado como um filho e sempre me apoiar.

Agradeço aos amigos e companheiros de estudo Leandro Almeida, Hugo Melo, Jean Cardoso, Matheus Heinrik, Vinicius Facundes, Kaic Miquéias, José Kayk, Evandro, Daniel Magela, Rangel Coelho, Carlos Henrique Rodrigues, Jallys, Cleyner Felipe, e cada um contribuiu de alguma forma, agradeço por todo o apoio, companheirismo e o compartilhamento de conhecimentos.

Por fim, agradeço a todos os professores que contribuíram para a minha formação profissional, em especial aos excelentes profissionais Dra Michele Ribeiro Ramos, MSc. Carlos Spartacus, Dr. José Geraldo Delvaux, MSc. Mênfis Bernardes, Dra. Elisabeth Hernández, e a Coordenadora do curso Kênia Parente que com a convivência e troca de experiências adquiri a segurança que tenho hoje. Obrigado a todos.

“Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que, com frequência, poderíamos ganhar, por simples medo de arriscar”.

William Shakespeare.

RESUMO

COSTA, Carlos Henrique de Melo. **Destinação final dos resíduos sólidos domésticos de Palmas-TO**. 2018. 40 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2018.

O aumento populacional, a melhoria do poder aquisitivo e os novos hábitos de consumo têm provocado um crescimento expressivo na quantidade de resíduos sólidos, o que evidencia maior preocupação com a disposição desses resíduos. Aproximadamente 65% dos municípios brasileiros fazem uso de unidades de destinação inadequada de resíduos, encaminhando-os para lixões e aterros controlados. Atualmente o aterro sanitário é a alternativa adequada para a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, porém as etapas de implantação e operação devem ser bem planejadas e executadas tornando o método eficiente. A coleta de resíduos sólidos urbanos abrange 100% dos domicílios do município, com base nessas informações e com os dados obtidos da balança do Aterro Sanitário de Palmas-TO entre os meses de agosto de 2017 e março de 2018 pôde-se estimar uma geração *per capita* de resíduos sólidos de 0,880 kg/hab.dia. O método operacional e os elementos do aterro sanitário de Palmas-TO, ainda que haja necessidade de melhorias, estão de acordo com critérios mínimos estabelecidos na NBR 8419/1992, cujas rotinas são ordenadas para que seu rendimento seja potencializado, garantindo seu funcionamento como destinação final sanitária e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domésticos gerados no município, no decorrer de toda sua vida útil.

Palavras chave: Resíduos Sólidos Domésticos, Aterro Sanitário, Palmas-TO.

ABSTRACT

COSTA, Carlos Henrique de Melo. **Final destination of domestic solid waste from Palmas-TO**. 2018. 40 f. Course conclusion (Undergraduate) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas / TO, 2018.

The increase in population, improved purchasing power and new consumption habits have led to a significant increase in the amount of solid waste, which shows greater concern with the disposal of these wastes. Approximately 65% of the Brazilian municipalities make use of units of inadequate waste disposal, sending them to landfills and controlled landfills. Currently the landfill is the appropriate alternative for final disposal of municipal solid waste, but the implementation and operation stages should be well planned and executed making the method efficient. The collection of municipal solid waste covers 100% of the municipalities of the municipality, based on this information and with the data obtained from the Scale of the Sanitary Landfill of Palmas-TO between August 2017 and March 2018, it was possible to estimate a generation per capita of solid waste of 0.880 kg / hab.day. The operational method and elements of the Palmas-TO landfill, although there is a need for improvements, are in accordance with minimum criteria established in NBR 8419/1992, whose routines are ordered so that their yield is increased, guaranteeing its operation as a destination sanitary and environmentally adequate final of the household solid waste generated in the municipality, throughout its useful life.

Keywords: Domestic Solid Waste, Landfill, Palmas-TO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Geração de RSU no Brasil.	19
Figura 2– Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (T/DIA).	20
Figura 3– Disposição final dos RSU coletados no Brasil (T/ANO).	20
Figura 4- Descarte inadequado de RSU.	22
Figura 5– Esquema de um aterro controlado.	22
Figura 6– Aterro Sanitário de Palmas – TO.	23
Figura 7– Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil.	26
Figura 8– Localização do Município de Palmas em relação ao Estado do Tocantins e a Unidade Federativa Nacional.	30
Figura 9– Mapa de localização do aterro sanitário.	31
Figura 10- Geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos domésticos de Palmas-TO de agosto/2017 a março/2018.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.	16
Tabela 2- Materiais com tecnologia economicamente viável e amplo mercado para a reciclagem.....	27
Tabela 3- Geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos domésticos de Palmas-TO de agosto/2017 a março/2018.	33
Tabela 4-Valores de coeficiente per capita de produção de resíduos sólidos domiciliares em função da população urbana.	35

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBÓLOS

ABLP	Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESP	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisa Tecnológica
NBR	Norma Brasileira
m ³	Metros Cúbicos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
RSD	Resíduos Sólidos Domésticos
RSS	Resíduos Sólidos da Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivos Gerais	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 JUSTIFICATIVA	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS	15
2.1.1 Definição	15
2.1.2 Classificação	16
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	18
2.2.1 Definição	18
2.2.2 Geração de RSU no Brasil	18
2.3 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	19
2.3.1 Lixão ou Vazadouro	21
2.3.2 Aterro Controlado	22
2.3.3 Aterro Sanitário	22
2.4 COLETA	24
2.4.1 Coleta Convencional	24
2.4.1.1 Aleixo Gari	24
2.4.2 Coleta Seletiva	25
2.5 RECICLAGEM	26
2.6 LOGÍSTICA REVERSA	28
2.7 PALMAS - TO	29
2.7.1 Histórico	29
2.7.2 Localização	29
3 METODOLOGIA	31
3.1 TIPO DE ESTUDO	31
3.2 LOCAL DA PESQUISA	31
3.3 GERAÇÃO PER CAPITA	31
3.4 AVALIAÇÃO DO MÉTODO OPERACIONAL E DESEMPENHO DOS ELEMENTOS DO ATERRO SANITÁRIO	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33

4.1 GERAÇÃO PER CAPTA.....	33
4.2 AVALIAÇÃO DO MÉTODO OPERACIONAL DO ATERRO SANITÁRIO	35
4.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ELEMENTOS DO ATERRO SANITÁRIO..	35
5 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	42

1 INTRODUÇÃO

O início de aglomerações urbanas, o aumento populacional, as mudanças nos hábitos de consumo, e o desenvolvimento industrial fizeram com que fossem potencializados os problemas ambientais, sanitários e sociais promovidos pelos resíduos sólidos urbanos (PHILIPPI JR, 1979).

Vários municípios brasileiros não possuem uma localidade adequada para a destinação do lixo coletado nas cidades. É indispensável perceber que o lixo é um transtorno que aflige o país por completo. Tanto os governantes federais, como os governantes estaduais e municipais encaram contratempo no descarte e destinação final adequada do lixo gerado.

O tema referente aos resíduos sólidos é repetidamente debatido nos últimos anos em virtude do aumento de suas influências negativas ao meio ambiente. Com o progresso das cidades e o crescimento econômico, novos modelos de produção e consumo se estabeleceram, enfraquecendo o meio ambiente e deste modo, evidenciando a relevância de repensar condutas de consumo da sociedade no universo ambiental, social e ecológica. Esta procura por condutas adequadas e pelo manuseio correto dos resíduos tem se tornado inevitável com a certificação de problemas à saúde pública, a estabilidade ecológica e a tranquilidade dos seres vivos devido à disposição correta dos resíduos sólidos.

É responsabilidade da gestão pública contribuir no confronto das questões ambientais, visando novas táticas que reconsiderem os padrões atuais de geração e consumo, acrescentando elementos ambientais e sociais. À frente desta carência, as entidades públicas têm sido movidas a realizar iniciativas específicas e apresentar projetos que proporcione a adoção de política de compromisso socioambiental público.

Dentre os resíduos sólidos urbanos, em geral existe uma predominância quantitativa dos domiciliares, que são aqueles que, segundo Instituto de Pesquisa Tecnológica IPT/SEMPRE (2000), são originados da vida diária das residências constituída por restos de alimentos, produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens e uma grande diversidade de outros itens.

Como a geração de resíduos é inevitável, deve-se buscar alternativas que controlem os malefícios que estes resíduos podem vir a causar. Dentre esses malefícios, pode-se citar a poluição ambiental, que ocorre quando os resíduos são dispostos inadequadamente, poluindo os solos, as águas e o ar. As soluções devem ser buscadas e executadas em conjunto, com a contribuição tanto dos gestores quanto da população. Importante ressaltar que as concepções modernas de gerenciamento de resíduos sólidos levam em consideração a minimização de geração e otimização.

Diante do contexto, este trabalho tem por objetivo verificar as condições do sistema de destinação final dos resíduos sólidos domésticos de Palmas – TO, cujo, o destino final é o aterro sanitário municipal.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais

Avaliar a situação do aterro sanitário de Palmas – TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Calcular a geração per capita de resíduos sólidos do município de Palmas;
- Avaliar o método operacional do Aterro Sanitário;
- Avaliar o desempenho dos elementos do Aterro sanitário;

1.3 JUSTIFICATIVA

O crescente aumento da população acarreta um aumento considerável na geração de lixo urbano, e o gerenciamento se torna um assunto importante em discussão entre a população e governantes, pois o descarte final dos resíduos pode causar problemas ambientais e sociais, tendo em conta que no Brasil o manejo e a disposição dos resíduos na maioria das cidades são efetuados de maneira inadequada, tendo como destino final “lixões”.

O descarte irregular de resíduos contribui para a propagação de doenças e, devido a destinação incorreta toda a sociedade sofre de enfermidades que poderiam ser evitadas.

Brasil produziu 78,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2016. Cerca de 71,3 milhões de toneladas foram coletados e 7 milhões de toneladas deixaram de ser recolhidos, portanto, tiveram uma destinação inadequada (ABRELPE, 2016).

Conforme dispõe o artigo 7 da Resolução 218/73 do CONFEA, é atribuição do engenheiro civil as atividades de sistemas de saneamento, que contemplam entre outras, as atividades de coleta, transporte e tratamento de lixo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A mudança do elemento e geração de resíduos está ligada a vida e a atividade humana. Primeiramente o homem foi subordinado às regras da natureza; em seguida, tentou entendê-las e alterá-las (BIDONE e POVONELLI, 1999).

A geração de resíduos no início foi principalmente de dejetos, logo depois com o começo da ação agrícola e de instrumentos de trabalho e armas, apareceram as sobras da produção, e os instrumentos descartados depois de utilizados. Os objetos utilizados na sua grande maioria eram nativos e, portanto, a disposição impensada não prejudicava o ecossistema e também, o crescimento populacional não preocupava como nos dias atuais (BIDONE e POVONELLI, 1999).

Segundo Bidone e Povonelli (1999) a geração de resíduos se dá por motivos culturais, grau e costumes de gastos, renda e padrões de vida das pessoas, condições climáticas e características de gênero e idade da população. Está associada rigorosamente à origem dos resíduos e é papel das atividades vitais de conservação da vida.

2.1.1 Definição

Segundo a norma brasileira NBR 10004 ABNT (2004) determina resíduos sólidos sendo: “resíduos estados rígidos ou semi rígidos, que originam de atividades de fonte industriais, comerciais, hospitalares, domésticas, agrícolas e de trabalhos de varrição. Estão dentro desta determinação os lodos oriundos de sistemas de tratamento de água, bem como certos líquidos cujas características sejam inviáveis para emissão na rede de esgoto ou necessitem para isso soluções técnicas financeiramente inviáveis em face à mais correta solução disponível”.

Segundo Ferreira (2004) “lixo é aquilo que se varre do lar, do quintal, da rua, e se joga fora; entulho, em geral, é aquilo que não tem serventia e se descarta. Fuligem e sujeira, bens ou bens imprestáveis, antigos, e que não tenha valia”. Em um significado mais específico, o autor reitera que são identificados resíduos o lixo fruto de tarefas domésticas, industriais, comerciais e etc.

Convém frisar neste ponto a parcialidade inerente da concepção do termo lixo, já que quem considera o resíduo inútil ou útil é o próprio gerador. Deste modo, supõe-se a concepção enviada e determinada bibliograficamente, perde-se o senso técnico que nela deveria ser inserida, visto que princípios individuais são conflitantes com o senso científico buscado. Por isso a Lei 12.305 distinguiu as resoluções de resíduos e rejeito (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) descreve rejeito como sendo “resíduo sólidos que, após acabado todas as chances de tratamento e resgate por procedimentos modernos acessíveis e financeiramente praticáveis, não mostrem outra expectativa, a não ser, ir para o seu destino final ambientalmente correto” (BRASIL, 2010).

2.1.2 Classificação

Segundo a norma brasileira NBR 10004 ABNT (2004) a classificação dos resíduos se dá por vários meios, como apresentado a seguir:

- Quanto à origem: doméstico, comércio, entulho, indústria, agrícola, serviços de varrição, serviços da saúde e hospitais, feiras livres, aeroportos, portos e terminais ferroviários e rodoviários;
- Quanto à umidade: molhado ou seco;
- Quanto à composição química: inorgânico e orgânico;
- Quanto á periculosidade: perigosos ou não perigosos (não inertes e inertes).

A Tabela 1 exemplifica a classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco à saúde das pessoas e ao meio ambiente. Os resíduos sólidos são separados em dois conjuntos, perigosos e não perigosos, sendo ainda este último grupo subdividido em não inerte e inerte (ABNT, 2004).

Tabela 1- Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.

Categoria	Características
Classe I (Perigosos)	Apresentam risco à saúde e ao meio ambiente. Caracterizam-se por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
Classe II A (Não-inertes)	Aqueles que não se enquadram nas classes I e II B. Podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustividade e solubilidade em água.
Classe II B (Inertes)	Não possuem nenhum dos seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

Fonte: NBR 10004, ABNT (2004).

Quanto à origem, o resíduo sólido por ser classificado em:

- *Resíduos Sólidos Doméstico, domiciliar ou residencial (RSD)*: Mansur e Monteiro (1991) determinam como resíduo sólido produzido nas atividades rotineiras em casas, apartamentos, etc. Conforme Mandelli, Lima e Ojima

(1991), é composto de restos de comida, embalagens, varrição e outros componentes desprezado pela população no cotidiano;

- *Comercial*: De acordo com Mansur e Monteiro (1991), é aquele gerado em firmas comerciais, no qual as características baseiam-se na atividade ali exercida. Segundo IPT/SEMPRE (2000) é aquele que tem origem em vários tipos de estabelecimentos de serviços, tais como: supermercado, bancos, lojas, restaurantes bares e etc.
- *Público*: Segundo Mansur e Monteiro (1991), são móveis velhos, aparelhos de cerâmica, e outros tipos de materiais inaproveitáveis deixados pela população, inadequadamente, nas ruas ou retirado das casas por meio de serviços de remoção especial. De acordo com IPT/CEMPRE (2000) é aquele de origem dos serviços de limpeza pública urbana, como limpeza das vias públicas e praias, de córregos e galerias, cadáveres de animais, limpeza de feiras, etc.
- *Varrição, feiras e outros*: Mandelli, Lima e Ojima (1991), usam este conceito para definir resíduos de varrição habitual das ruas, preservação de limpeza de centros comerciais, limpeza de feiras, compõe-se, basicamente, de papeis, cigarros, areias e folhas;
- *Resíduos de fontes especiais*: Mansur e Monteiro (1991) conceituam como resíduos de fontes especiais àqueles que, devido possuir características peculiares, passam a requerer cuidados especiais em seu acondicionamento, manipulação e disposição final, por exemplo, resíduos radioativos;
- *Resíduos sólidos da Saúde (RSS)*: Segundo Mandelli, Lima e Ojima (1991), é formado por resíduos de distintas áreas dos estabelecimentos hospitalares, como por exemplo o refeitório, cozinha, centro cirúrgico, administração, limpeza entre outros; assim como os resíduos originários de farmácias, postos de saúde, consultórios odontológicos, médicos, veterinários, entre outros;
- *Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários*: De acordo com o IPT/CEMPRE (2000), é aquele que contém, ou tem características de conter um dia, agentes patogênicos, transportados aos portos, terminais rodoviários e aeroportos pelos viajantes, marinheiros, motoristas e carga viva. Principalmente provém de materiais de higiene pessoal, sobras de comida que podem propagar doenças originárias de outras regiões;
- *Industrial*: Segundo o IPT/CEMPRE (2000) este tipo de resíduos tem origem em atividades de inúmeros ramos da indústria, tais como: química,

metalúrgica, petroquímica, alimentícia, papelaria etc. O resíduo industrial é muito diversificado, podendo ser retratado por óleos, lodos, cinzas, ácidos, papel, plásticos, metal, vidros, fibras, etc. Nessa categoria, apresenta-se uma alta porcentagem de resíduos considerados tóxico (classe I);

- *Agrícola*: Segundo o IPT/CEMPRE (2000) conceitua resíduo agrícola ao resíduo sólido proveniente dos serviços agrícolas e da pecuária, tal como, embalagens de adubos, agrotóxicos, ração, esterco animal, etc. Em muitas regiões do planeta, este resíduo já constitui uma apreensão que só aumenta, mostrando as grandes quantidades de esterco animal produzidas pelas fazendas de pecuária intensiva. No Brasil, existe uma legislação específica para embalagens de agrotóxicos, regulamentada pelo CONAMA – (Conselho Nacional do Meio Ambiente);
- *Entulho*: De acordo com Silveira (1993) e IPT/CEMPRE (2000), é o resíduo produzido construção civil, constituído por matérias de demolições, sobras de obras, solos, cerâmicas e etc. O entulho é, comumente, material inerte, passível de reaproveitamento, no entanto, tem uma vasta gama de materiais que podem lhe conceder toxicidade, com notoriedade para as sobras de tintas e solventes, peças de amianto e metais variados, do quais os componentes podem ser remobilizados se o material não for disposto corretamente.

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

2.2.1 Definição

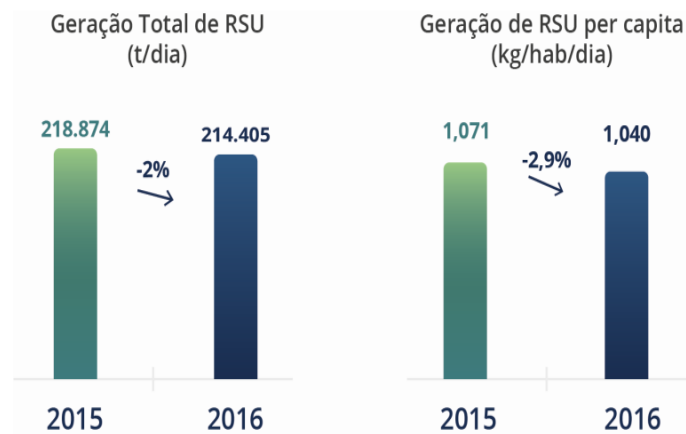
Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), chamados comumente de “lixo”, apresentam a seguinte determinação segundo a NBR 15849 ABNT (2010): “resíduo que, em similaridade com o que foi definido na Resolução CONAMA 404/2008, sejam originários de domicílios, serviços de limpeza urbana, micros estabelecimentos comerciais, industriais e de fornecimento de trabalhos, que se encontra integrados no serviço de coleta regular de resíduos e, que possuam propriedades parecidas aos resíduos sólidos domésticos”.

2.2.2 Geração de RSU no Brasil

Segundo a ABRELPE (2016), os números associados à geração de RSU mostram que no ano de 2016 houve uma pequena queda em relação à quantidade gerada no ano anterior, passando agora para cerca de 78,3 milhões de toneladas no país.

O Brasil demonstrou um aumento populacional de 0,8% entre os anos de 2015 e 2016, no tempo em que, a geração de RSU per capita apresentou baixa de 3% no mesmo período. Houve uma redução de 2% na geração de RSU no país e atingiu total de 214.405 toneladas por dia conforme mostra a Figura 1.

Figura 1– Geração de RSU no Brasil.



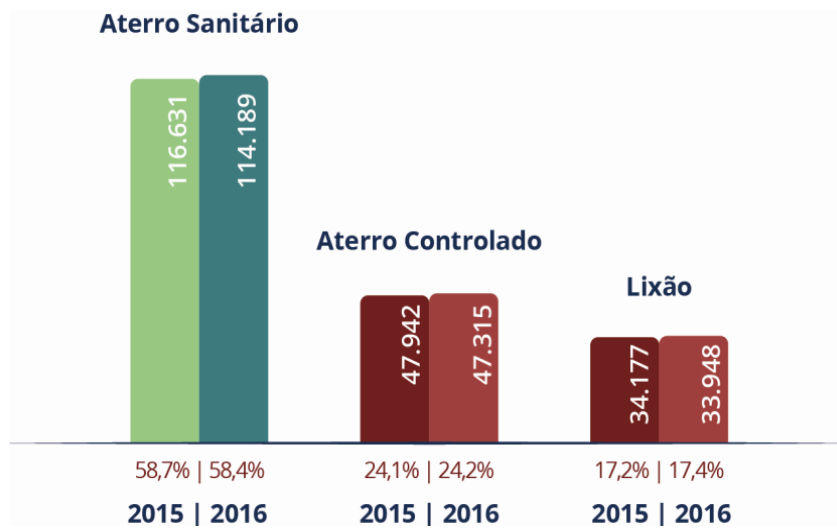
Fonte: Pesquisa ABRELPE e IBGE (2016).

2.3 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A disposição final dos RSU que foram coletados em 2016 apresentou agravamento se o mesmo for comparado ao ano antecedente, de 58,7% para 58,4%, isso significa que foram dispostos em aterros sanitários cerca de 41,7 milhões de toneladas. A rota de disposição incorreta continua sendo trilhada por 3.331 municípios brasileiros que mandaram aproximadamente 29,7 milhões de toneladas de RSU, equivalentes a 41,6% do total coletado em 2016, para aterros controlados e lixões, no qual não dispõem de uma série de técnicas e recursos necessários para proteger o meio ambiente contra danos (ABRELPE, 2016).

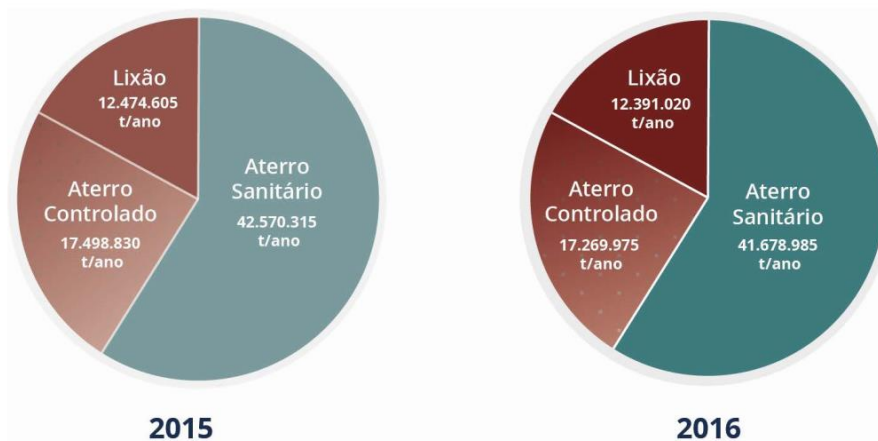
Segundo a ABRELPE (2016) os indicadores de disposição final de RSU mostram regresso na direção ambientalmente correta dos RSU coletados, passando a 58,4% do total anual disposto em aterros sanitários. Lugares inadequados como lixões e aterros controlados ainda existem e todo o país e neles foram dispostas mais de 80 mil toneladas de RSU por dia conforme exposto nas Figuras 2 e 3.

Figura 2– Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (T/DIA).



Fonte: ABRELPE (2016).

Figura 3– Disposição final dos RSU coletados no Brasil (T/ANO).



Fonte: ABRELPE (2016).

Saneamento Ambiental (2008) evidencia as seguintes formas de disposição final:

- **Lixão:** configura-se pelo fácil descarte dos resíduos no solo sem proteção, sem nenhum receio ambiental no que se refere ao lugar em que o despejo é realizado; com a formação de líquido que possam vir a escoar, chorume. É capaz de infectar as águas externas e aquíferas, e afetar a atmosfera através de gases produzidos, sobretudo o metano combustível. Nada é feito com esse resíduo, e nunca a receio com a saúde das pessoas. A criação de um lixão traz consigo mal cheiro, propicia o aumento de hospedeiros, atrai seres vivos território bem como possibilita a entrada de catadores de lixo.

- **Aterro Controlado:** É um método acomodação dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no terreno, no qual, tem como função diminuir os perigos à saúde pública e a proteção, tal como danos ambientais. Este processo prende os resíduos por meio do seu recobrimento através de uma faixa de material inerte ao fim de cada etapa de trabalho. Esta forma de disposição final do resíduo produz contaminação local, por ter seu perímetro reduzido. No entanto, não possui nenhum tipo de impermeabilização da sua base, e muito menos possui técnicas de tratamento de gases e chorume.
- **Aterro Sanitário:** É um método adotado para a disposição de resíduos sólidos no terreno, fundamentado em parâmetros de engenharia e normas funcionais particulares, possibilita a prisão fiel se tratando de contaminação ambiental, resguardo ao bem-estar da população; ou modo de descarte final de resíduo sólido no solo, por meio de aprisionamento em camadas revestidas com material inerte, normalmente, solo, conforme as normas de operação própria, de forma q se evitem prejuízos ao bem-estar público e a proteção, diminuindo desastres ambientais.

2.3.1 Lixão ou Vazadouro

É um modo irregular de destinação de resíduos, identificada por despejar sobre o solo, sem qualquer tipo de proteção todo e qualquer “lixo”, ou seja, descarte a céu aberto. Estes resíduos despejados dessa maneira provocam sérios problemas de saúde pública, aumento de causadores de enfermidades (insetos, baratas, entre outros), produção de odores inóspito altamente intolerável, polui totalmente o solo em contato e as águas subterrâneas por um líquido preto de alta potencialidade de contaminação, gerado pela deterioração da matéria orgânica trazida por resíduos (LANZA e CARVALHO, 2006).

O descarte inapropriado de RSU contribui para o aparecimento de vários tipos de doenças. A figura 4, mostra como é feito o descarte desapropriado dos resíduos em um lixão.

Figura 4- Descarte inadequado de RSU.

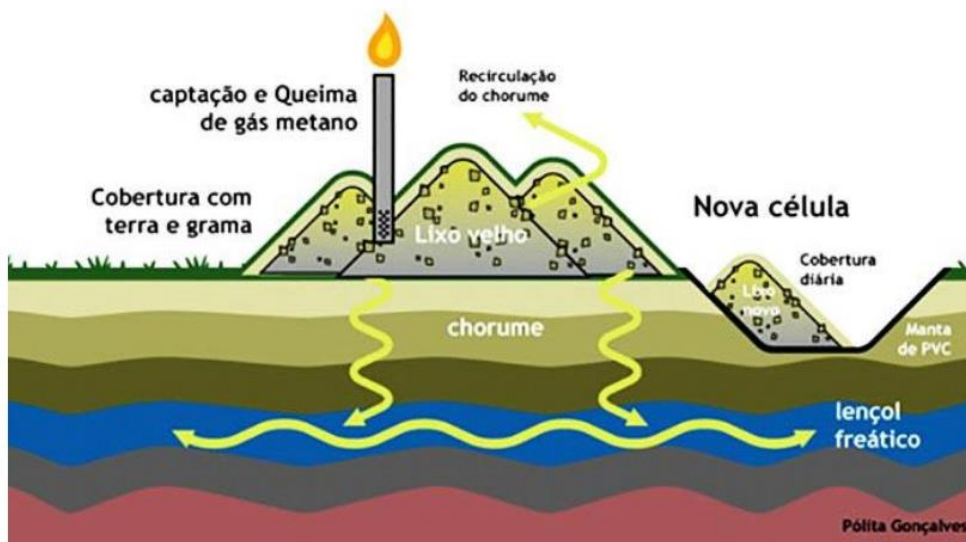


Fonte: Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública ABLP (2016).

2.3.2 Aterro Controlado

De um modo menos deletério ao meio ambiente comparado ao lixão, o aterro controlado tem uma camada de cobertura diária e final, maior manejo da composição dos resíduos a serem despejados e compactação aleatória. Apesar de ser mais aconselhável que o lixão, a metodologia do aterro controlado ainda é prejudicial ao meio ambiente, já que muitas vezes não há impermeabilização do solo e não existem coleta e tratamento do chorume gerado pela decomposição dos RSU conforme mostra a figura 5.

Figura 5– Esquema de um aterro controlado.



Fonte: <http://www.hypeverde.com.br/diferencas-entre-lixao-aterro-controlado-e-aterro-sanitario>.

2.3.3 Aterro Sanitário

Segundo a CETESB (1979), aterro sanitário é definido como um processo utilizado para a disposição de resíduos no solo, particularmente o lixo domiciliar, que fundamentado

em critérios de engenharia e normas de operação particulares, permite uma confinação segura, em termos de controle da poluição ambiental e proteção ao meio ambiente.

Conforme a norma brasileira NBR 8419 ABNT (1992), aterro sanitário é um “método de distribuição de RSU no solo, sem proporcionar problemas à segurança e à saúde pública, diminuindo os danos ambientais, técnica essa usa conceitos de engenharia para prender os resíduos sólidos à menor área possível e diminuí-los ao menor tamanho permissível, resguardando-os com uma camada de terra sempre que concluída o dia trabalhado, ou em tempo mais curto se preciso”.

A Figura 6 mostra o aterro sanitário de Palmas – TO em plena operação, distante aproximadamente 25 km de distância do centro da cidade.

Figura 6– Aterro Sanitário de Palmas – TO.



Fonte: Autor (2017).

Segundo Gadelha (2008), o sistema de aterro sanitário tem necessidade de ser associado à coleta seletiva de lixo e a reciclagem, pois concederá prolongamento na sua vida útil, além de questões imensamente benéficas de se estabelecer uma educação ambiental com efeito esperançoso na comunidade, apresentando coletivamente uma consciência ecológica, no qual o resultado será sempre uma maior atuação da população proteção e preservação do meio ambiente.

Gadelha (2008) ainda ressalta aspectos importantes de um aterro sanitário:

- Redução de uso do terreno pela limitação da vida útil;
- Impedimentos de seleção de terrenos próximos a cidades;
- Acréscimo de custos com a operação do aterro sanitário em consequência da distância da zona urbana;
- Acréscimo na rigidez dos parâmetros e requisitos avaliados quando da aprovação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) pelos órgãos do meio ambiente.

2.4 COLETA

Segundo Gimenez (2010) o recolhimento de RSU pode ser classificada com comum ou convencional (onde se coletam todo resíduo sem a preocupação de separá-los) e seletiva (quando os resíduos são divididos conforme sua tipologia).

2.4.1 Coleta Convencional

Conforme Monteiro et al. (2001) coletar é o mesmo que pegar o resíduo reunido por quem gera e em seguida direcioná-lo para seu destino, por um transporte adequado, para que ele tenha o tratamento correto, e seja direcionado para sua disposição final. É dever dos órgãos públicos a coleta e transporte do resíduo domiciliar, que decidiram se essa atividade será efetuada empregando recursos e mão-de-obra da prefeitura ou por meio de contratação de terceiros.

A coleta abrange desde a saída do veículo da garagem, até a sua volta ao local inicial. Os veículos responsáveis pela coleta são classificados como motorizados e não motorizados (carroças), a opção do transporte pode mudar devido as características das cidades e regiões (CUNHA; CAIXETA FILHO, 2002).

A quantidade de RSU coletado no Brasil em 2016 foi de 71,3 milhões de toneladas, apontando que o índice de alcance da coleta atingiu 91 % para o país, um modesto progresso se comparado ao ano antecedente, no qual aponta que 7 milhões de toneladas de RSU não foi coletado, e, portanto, foram parar em destinos inadequados (ABRELPE, 2016).

2.4.1.1 Aleixo Gari

Uma informação publicada na Gazeta de notícias no dia 11 de outubro do ano de 1876, a respeito de um contratante novo para limpeza urbana do município de Rio de Janeiro, deixa notar mudanças significativas na gestão e realização da atividade de limpeza urbana. Aleixo

Gary nasceu na França, e instaurava uma nova era no desenvolvimento da limpeza pública no Rio de Janeiro, sustentado basicamente em sua competência de trabalho. Em 1885 a gestão municipal assinou um contrato provisório com Aleixo Gary para a limpeza pública de praias e a retirada de lixo do município para ilha de sapucaia. Não deixando escapar as oportunidades, Gary propôs agregar todo o sistema de trabalhos da limpeza para ser feito por ele. Contudo sua proposta não obteve êxito, e foi negado pelo governo. Mesmo com a negativa Gary se manteve como encarregado da limpeza até 1891, ano no qual finalizava seu contrato e em seguida deixava a empresa, passando para seu familiar Luciano Gary. No entanto, em 1982 a empresa foi fechada. Gary ficou marcado na história da limpeza urbana no Rio de Janeiro. Tão expressivo foi seu trabalho que a partir de então os trabalhadores responsáveis pela limpeza, mas especificamente os lixeiros, foram chamados de “garis” (COMLURB, 2010).

2.4.2 Coleta Seletiva

Empregar a coleta seletiva traz grandes benefícios e proporciona o manejo dos resíduos e a reutilização dos materiais (GIMENEZ, 2010).

Conforme o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólido, o êxito da coleta segregada aparece de modo direto relacionado à comoção e educação da população em colaborar de fato na separação dos materiais. O próprio documento afirma que, conforme o crescimento na cooperação das pessoas nas ações de coletas, menos o poder público gastara com a operação do mesmo. O ato da coleta segregada tem pontos positivos e negativos (IBAM, 1991).

Pontos positivos:

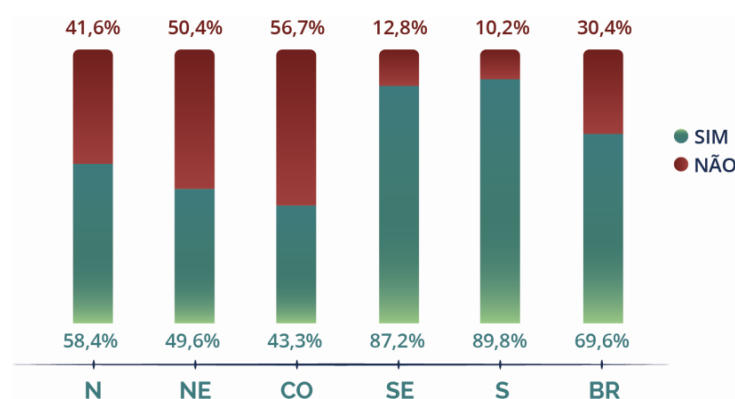
- Possibilita melhor qualidades dos materiais resgatados, já que, houve pouca contaminação por outros materiais existentes no lixo;
- Motiva as pessoas, já que a interação confirma o ato de fazer o bem;
- Aumenta significativamente a vida útil do aterro sanitário, pois diminui o montante de lixo
- Possibilitam vínculos com catadores, escolas, associações e etc.

Pontos negativos:

- É necessário técnicas especiais de disposição e execução, direcionando a um crescimento de gastos do município.
- Precisa, ainda com a separação na origem, de um centro de triagem no qual, o material coletado será dividido por tipo.

De acordo com a pesquisa promovida pela Abrelpe (2016), 3878 municípios brasileiros mostram alguma iniciativa de coleta seletiva, no entanto, para melhor entender as informações apresentadas na figura 7, que na maioria dos municípios as atividades de coleta seletiva não atendem toda a área urbana. As informações detalhadas a seguir exibem os resultados apurados para o Brasil, e também possibilita a confrontar com dados obtidos em 2015.

Figura 7– Distribuição dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil.



Fonte: Pesquisa ABRELPE e IBGE (2016).

2.5 RECICLAGEM

De forma crescente o planeta acolhe a ideia da reciclagem de materiais que possam ser recuperados no lixo urbano. O benefício econômico, social, sanitário e ambiental comparado a outras técnicas é notório. Este procedimento compõe uma forma significativa de retomada energética, principalmente quando integra um método de compostagem. Existem poucos itens do lixo urbano que não são reutilizáveis, por exemplo, louças, destroços de peças sanitárias, cujo, não foi descoberto nenhum tipo de reaproveitamento financeiro até o momento. Outros podem ser identificados como resíduos perigosos, por exemplo, pilhas, sobras de solventes e tintas, no qual, é de grande importância ser selecionados evitando assim, a contaminação do composto. Conforme as características da sociedade em uma região, a reciclagem representa um condicionante essencial para economia no modelo de limpeza urbana (IBAM, 1991).

Segundo a PNRS (2010) a reciclagem constitui-se no método de modificação dos resíduos sólidos que inclui a mudança de suas peculiaridades físicas, físico-químicas ou biológicas, com olhar a mudança em matéria-prima ou produtos inovadores. Isto é, os resíduos que inicialmente seriam enviados para o seu destino final, interrompendo assim, seu ciclo de vida, voltarão para o seguimento como matéria-prima e passará por outro procedimento inserindo valor a ele.

Os Resíduos indicados para reciclagem, nomeado de fração seca dos resíduos, significa de forma genérica nos papéis, vidros, plásticos e metais não ferrosos e ferrosos. A Tabela 2 a seguir, mostra de maneira mais detalhada os tipos de materiais que integra os RSU que apresentam capacidade de reciclagem e comércio.

Tabela 2- Materiais com tecnologia economicamente viável e amplo mercado para a reciclagem.

Tipo	Reciclagem	Lixo comum não reciclável
Papel	Papelão, caixas em geral, papel de escritório, jornais, revistas, livros, cadernos, cartolinas e embalagens longa vida.	Papel carbono, celofone, papel vegetal, papéis encerados ou plastificados, higiênico, lenço de papel, guardanapos, fotografias, fitas ou etiquetas adesivas.
Plástico	Sacos, CDs, disquetes, embalagens de produtos de limpeza, canos e tubos, garrafas, plásticos em geral.	Plásticos termofixos (usados na indústria eletrônica e na produção de alguns computadores, telefones e eletrodomésticos) e embalagens plásticas metalizadas (como as de salgadinhos).
Vidro	Garrafas de bebida, vidros de janelas, vidros de automóveis, frascos em geral, potes de produtos alimentícios e copos.	Espelhos, cristais, lâmpadas, ampolas de medicamentos, cerâmicas, porcelanas, tubos de TV e de computadores.
Metais	Latas de alumínio (refrigerante, cerveja, suco), latas de produtos alimentícios (óleo, leite em pó, conservas), tampas de garrafa, embalagens metálicas de congelados, folha-de-flandres.	Clips, grampos, esponjas de aço, tachinhas, pregos e canos.

Fonte: CBS, (2014).

Conforme o IBGE (2008) apenas nos anos 80 iniciou no Brasil os primeiros projetos de coleta seletiva e Reciclagem dos materiais tendo em vista um caminho para um alto número de resíduos produzidos pelo povo. Nota-se que hoje em dia a rotina de reciclagem ainda engatinha na população brasileira, o que prejudica o seu desempenho, pois a reciclagem necessita da união de muitas áreas, sobretudo dos geradores, pois são os encarregados de exercerem a separação do lixo no nascedouro. Além de tudo, os valores empregados para o andamento desta atividade municipal não podem ser ignorados ou a respectiva colheita fica financeiramente inviável.

2.6 LOGÍSTICA REVERSA

O pensamento e a atividade de logística direta progrediram e nos dias de hoje a logística promove vantagens de disputas, conforme afirma Ballou (2010) e por meio deste também se pode aperfeiçoar os recursos e elevar a melhoria dos serviços proporcionados.

Assim como aconteceu com a logística direta, a concepção de logística reversa também cresce ao passar do tempo, no início a logística reversa abordava a mudança de bens de quem consumia para quem produzia, através de um meio de disposição, limitando-se a mudança que faz com que objetos e informações caminhem no sentido oposto às ações logísticas habituais. Posteriormente, abordagens atualizadas de logística reversa foram aparecendo indicando como a logística de restituição dos produtos, diminuição de bens, reciclagem, e trabalhos que visam a troca de materiais, reutilização dos materiais, descarte final dos resíduos e compensação, reutilização e remanufatura de materiais (RODRIGUES et Al, 2002)

Segundo Rodrigues et al. (2002), tiveram vários motivos que impulsionaram a logística reversa, dentre elas:

- Sensibilidade ambiental: fundado especialmente na ideia de desenvolvimento sustentável, no conceito de compreender a carência no presente sem prejudicar a futuras gerações;
- Imposições legais: fortificada há pouco tempo através da aprovação da lei 12.305, PNRS, no qual, passa a obrigação quanto a destinação certa dos resíduos sólidos, cujo até então era do governo, para os fabricantes;
- Diminuição de gastos: Por meio de economias conseguidas na utilização de embalagens reutilizáveis.

As primeiras pesquisas relacionadas a logística reversa foram feitas nos anos 70 e 80, focando basicamente na regressão de bens a serem preparados em reciclagem de materiais, intitulados e avaliados como meios de distribuição reversos (LEITE, 2009).

Segundo Dias (2005), a logística reversa buscar descobrir um modo eficaz de buscar do local de consumo, os bens e materiais comercializados, até o ponto inicial. A logística reversa ao ser aplicada pelas organizações acabam transmitindo para as pessoas a figura de um órgão que busca se crescer sustentavelmente.

Conforme Leite (2009), a reciclagem, a reutilização, o descarte ou desmanche são modos diferentes de reaproveitamento dos produtos.

2.7 PALMAS - TO

2.7.1 Histórico

Planejada para ser a Capital do Tocantins, Palmas foi criada em 20 de maio de 1989, após a autonomia do estado, e estabelecida em 1º de janeiro de 1980, após a transferência da capital provisória, Miracema. O passo inicial para o planejamento da capital fixa foi dado com a eleição do Governador Siqueira Campos, em 15 de novembro de 1988, que pediu estudos para definir a localização de uma cidade que lhe proporcionasse ser o centro de transmissão de desenvolvimento econômico e social. O nome Palmas foi designado em homenagem à comarca de São João da Palma, sede do primeiro movimento separatista do norte do estado de Goiás, e também por ter um alto número de palmeiras na região IBGE, (2017).

2.7.2 Localização

O município de Palmas está situado na região central do estado do Tocantins, conforme a figura 8. A área territorial é de 2.218,94 km² e representa 0,79% do território estadual. Possui limites ao norte com os municípios de Aparecida do Rio Negro, Novo Acordo, Lajeado, Tocantínia e Miracema do Tocantins, ao sul faz divisa com Monte do Carmo e Porto nacional e leste com o município de Santa Tereza e Novo Acordo e a oeste Porto nacional e Miracema do Tocantins (PMSB, 2014).

Figura 8– Localização do Município de Palmas em relação ao Estado do Tocantins e a Unidade Federativa Nacional.



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas – TO (2014).

3 METODOLOGIA

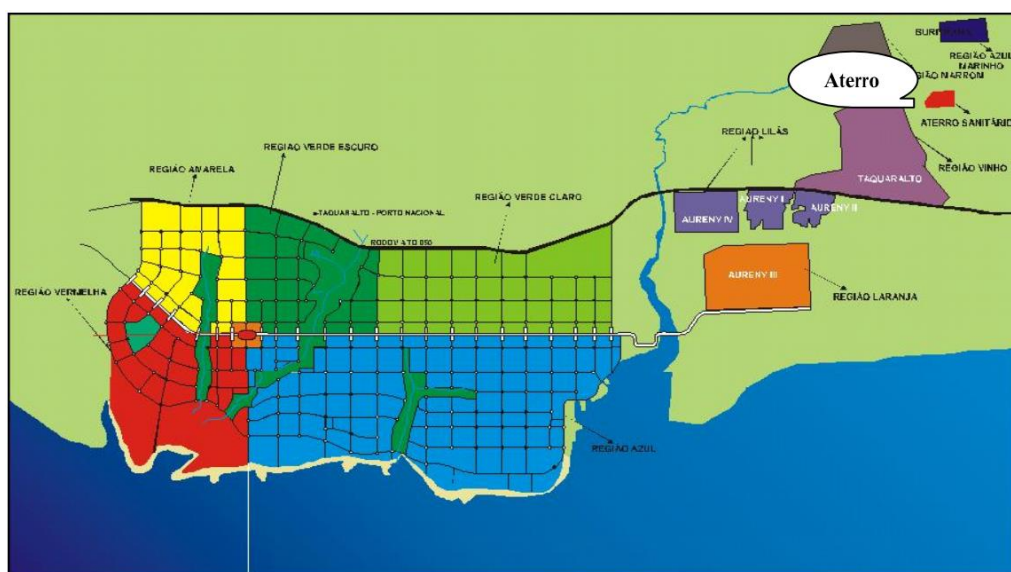
3.1 TIPO DE ESTUDO

O estudo realizado por meio de uma pesquisa quali-quantitativa, teve como objetivo avaliar a real situação do município de Palmas – TO quanto à destinação final e geração per capita dos resíduos sólidos domésticos, assim como avaliou-se, o método operacional e o desempenho dos elementos do aterro sanitário.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido no Aterro Sanitário da cidade de Palmas – TO, localizado na área rural do município, na parte sul do mesmo, distante aproximadamente 25 km do centro do plano diretor conforme mostra a figura 9, possui uma área total de 92.914 hectares, e já foram utilizados 41.811 hectares, ou 45% da área total.

Figura 9– Mapa de localização do aterro sanitário.



Fonte: João Evangelista Marques

3.3 GERAÇÃO PER CAPITA

A quantidade de resíduos sólidos gerados frente ao número total de habitantes de uma região é expressa em geração per capita de resíduos. Existem correlações da geração per capita de resíduos quanto ao número de habitantes da cidade, sendo que quanto maior a população urbana da cidade maior será a geração per capita.

Com os dados que foram obtidos da balança do aterro, determinou-se a quantidade de lixo coletado e encaminhado ao aterro entre os meses de agosto de 2017 e Março de 2018. O

cálculo de geração per capita foi realizado com base na população urbana atendida pela coleta de resíduos sólidos domiciliares e na pesagem dos caminhões de coleta, repassadas pela Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos, responsável pela operação do aterro sanitário.

Portanto a geração per capita pode ser definida pela seguinte fórmula:

$$\text{Geração per capita} = \frac{\text{Quantidade de Resíduos Sólidos Gerados diariamente}}{\text{Número de habitantes}}$$

3.4 AVALIAÇÃO DO MÉTODO OPERACIONAL E DESEMPENHO DOS ELEMENTOS DO ATERRO SANITÁRIO

Foi realizado uma entrevista com o gestor de resíduos sólidos e especialista em limpeza pública responsável pelo aterro sanitário de Palmas – TO no dia 25 de Abril de 2018, buscando coletar dados a respeito da disposição final dos resíduos sólidos, além de entrevista não estruturada aos funcionários para conhecimento da rotina do lugar. Ambas constituíram a base da pesquisa, tendo em vista os dados quantitativos e qualitativos repassado pelos mesmos. No dia 26 de Abril de 2018 foram realizadas inspeções visuais no aterro sanitário municipal, com intuito de enriquecimento da pesquisa e para avaliar os elementos do aterro sanitário, buscando entender e ter conhecimento dos procedimentos operacionais pertinentes à destinação final dos resíduos sólidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo estão apresentados os resultados decorrentes da metodologia apresentada, iniciando pela geração per capita e coleta de informações que visam avaliar o método operacional e desempenho dos elementos do aterro sanitário.

4.1 GERAÇÃO PER CAPTA

Obviamente sabemos que a população cresce, o consumo aumenta e consequentemente aumenta a quantidade de resíduos. Por outro lado, não podemos desconsiderar que haja uma sensibilização da população, no sentido de diminuir o consumo, aumentar a coleta seletiva, incentivar à reciclagem, a logística reversa e as oscilações da economia fazendo com que o poder aquisitivo da população aumente ou diminua.

Quando o poder de consumo da população aumenta, a quantidade de resíduos se eleva. Países em que as pessoas têm maior renda é habitual jogar o excesso de comida, diferentemente de países de baixa renda onde as pessoas costumam guardar a sobra de comida para o dia seguinte. Além de tudo, como com maior renda mais bens são adquiridos, logo mais resíduos de embalagens são gerados (ALSAMAWI et al.,2009).

Segundo a estimativa do IBGE (2017), a população de Palmas – TO é de aproximadamente 286.787 habitantes e de acordo com dados alcançados através da balança do aterro obteve-se a quantia de 61.020.250 kg de resíduos sólidos domésticos no período determinado na pesquisa que foi de agosto/2017 a março/2018, totalizando-se oito meses.

Portanto o cálculo de geração *per capita* de resíduos sólidos para a cidade de Palmas durante o período estabelecido na pesquisa se chegou ao seguinte resultado (tabela 3):

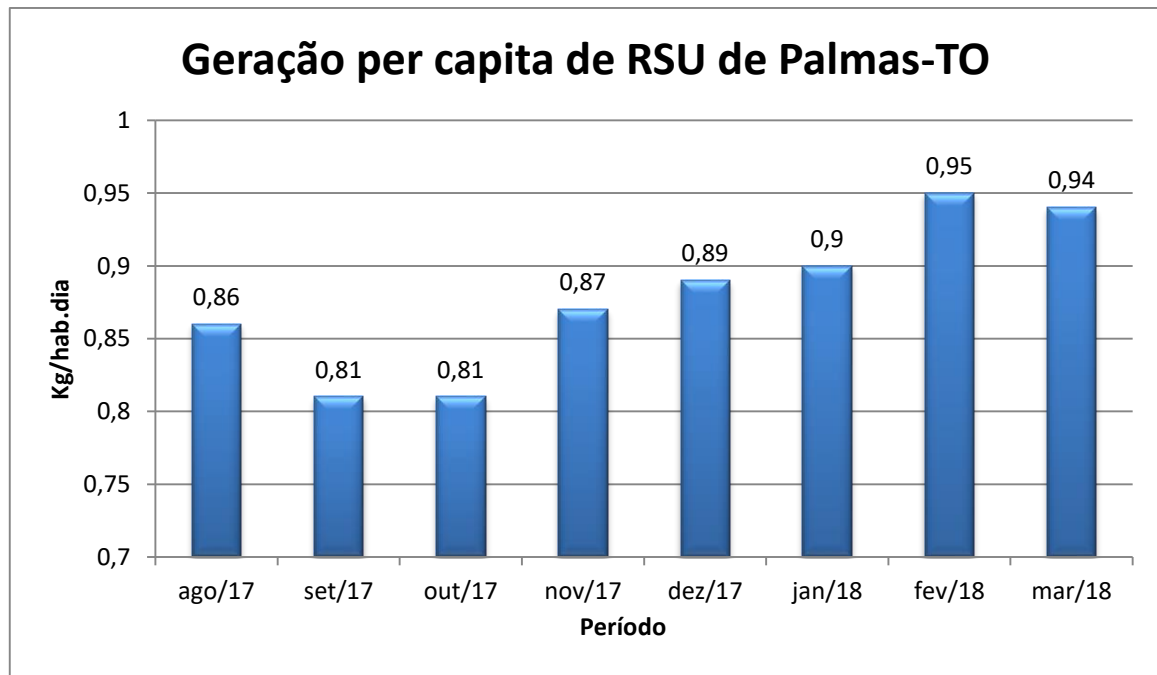
Tabela 3– Geração *per capita* de resíduos sólidos domésticos de Palmas-TO de agosto/2017 a março/2018.

Mês/Ano	Massa de Lixo (kg)	Geração <i>per capita</i> (kg/hab.dia)
Ago/2017	7.661.350	0,86
Set/2017	7.038.240	0,81
Out/2017	7.228.000	0,81
Nov/2017	7.523.000	0,87
Dez/2017	7.894.920	0,89
Jan/2018	8.025.520	0,90
Fev/2018	7.589.220	0,95

Mar/2018	8.060.000	0,94
----------	-----------	------

Fonte: Autor (2018)

Figura 10- Geração *per capita* de resíduos sólidos domésticos de Palmas-TO de agosto/2017 a março/2018.



Fonte: autor (2018)

Notou-se que durante a pesquisa, a geração *per capita* variou bastante, tendo em vista que durante os meses de estiagem compreendidos entre agosto até meados de novembro a geração per capita variou de 0,81 a 0,87 kg/hab.dia. E de dezembro a março, variou de 0,89 a 0,95 kg/hab.dia.

Para o período determinado em pesquisa a média foi de 0,88 kg de resíduos sólidos urbanos produzidos por dia por habitante na cidade de Palmas-TO, valor que ultrapassa o recomendado para as cidades com população entre 200 a 500 mil habitantes conforme a Tabela 4.

Tabela 4- Valores de coeficiente per capita de produção de resíduos sólidos domiciliares em função da população urbana.

População (em milhares de habitantes)	Produção de resíduos sólidos (kg/hab.dia)
Até 100	0,4
100 a 200	0,5
200 a 500	0,6
Maior que 500	0,7

Fonte: Phillipi Jr. et al. (2004)

Vale ressaltar que nesses valores são considerados apenas os resíduos de origem domiciliar, ou seja, aqueles gerados nas residências e nos pequenos comércios; sendo assim não foram contabilizados os resíduos gerados na indústria.

4.2 AVALIAÇÃO DO MÉTODO OPERACIONAL DO ATERRO SANITÁRIO

Na entrada do aterro existe uma guarita com balança onde os caminhões coletores compactadores carregados de resíduos são identificados e pesados, daí seguem para a praça de descarregamento, onde os resíduos são espalhados e devidamente compactados por um trator de esteiras com peso operacional de aproximadamente 20 toneladas, em seguida esses resíduos recebem uma cobertura de argila de formar que nenhum resíduo fique a céu aberto evitando a proliferação de insetos, fauna aérea e exalação de odores.

Todas as atividades operacionais são realizadas por uma equipe de colaboradores treinados, cada um exercendo sua devida função em horários que atendem um cronograma operacional previamente elaborado pela equipe administrativa do aterro. A operação acontece durante 24 horas por dia, com bastante eficiência, e com um contingente de 30 colaboradores.

Para uma boa operação, o aterro sanitário de Palmas-TO conta com os seguintes equipamentos: Pá Carregadeira, Escavadeira Hidráulica, Caminhões basculantes, Caminhões Pipa e Carros de apoio.

4.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ELEMENTOS DO ATERRO SANITÁRIO

Segundo a norma brasileira NBR 8419 ABNT (1992) no aterro sanitário existe os seguintes elementos: células do aterro, sistema de drenagem superficial, sistema de drenagem e remoção de percolado, sistema de tratamento de percolado, impermeabilização inferior e/ou superior e sistema de drenagem de gás. Durante as visitas e inspeções visuais realizadas no

aterro sanitário de Palmas-TO e entrevista com o gestor de resíduos sólidos Adeluzio Azevedo, pode-se avaliar todos os elementos acima citados e afirmar que todos os elementos que compõe o aterro municipal estão ótimo estado de conservação e em constante evolução em sua infra-estrutura.

Dentre os riscos físicos presentes no aterro destacam-se a poeira, os gases e vapores, o calor, os ruídos decorrentes da operação com equipamentos (tratores, caminhões, etc.), pedaços de vidros, materiais perfurocortantes, dentre outros existentes em qualquer aterro. Porém, no caso do Aterro Sanitário de Palmas-TO, estes riscos são amenizados seguindo um rigoroso critério, no qual obriga todos colaboradores a cumprirem as normas ditadas pelas leis de segurança do trabalho. Portanto os colaboradores desenvolvem suas atividades usando criteriosamente todos os equipamentos de proteção individual e coletiva com o devido acompanhamento de um Técnico de Segurança do Trabalho.

Em outubro de 2006 houve um incêndio criminoso causado por um servidor da Empresa de Saneamento do Tocantins – SANEATINS, que orientado pela sua chefia ordenou que levasse uma quantidade considerável de documentos para o Aterro Sanitário e desse um fim em tais documentos. O servidor cumprindo ordens descarregou a carga e em seguida ateou fogo nos papéis. O aterro queimou por exatamente seis meses ininterruptos. A equipe do aterro sanitário juntamente com homens do corpo de bombeiros não conseguia apagar o fogo devido à quantidade de gases inflamáveis já existentes no aterro. Considerado então esse o único acidente (incidente) causador de um dano ambiental ao ar, a flora, a fauna e no meio ambiente em geral.

Aterros sanitários não devem, a princípio, se localizar a menos de 200m de corpos d'água relevantes, como rios, lagos, lagoas e oceano. “Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual” (MONTEIRO e ZVEIBIL, 2001).

O Aterro Sanitário de Palmas-TO passa por um processo constante de aperfeiçoamento, e no momento algumas melhorias estão previstas, são elas: Implantação de todo sistema de drenagem pluvial nas células já encerradas, cobertura vegetal com gramíneas, também nas células encerradas, implantação de piezômetros no maciço das células encerradas, iluminação para operação noturna, cercamento com tela de malha 10 x 10 em todo o perímetro da área do Aterro evitando o acesso de pequenos animais.

A partir dos resultados atingidos é de suma importância na ideia de estimular uma mudança de hábitos e atitudes, pois é na origem que se encontra um dos maiores problemas quanto à geração, separação e coleta de resíduos, representando da disposição de RSU em

locais inadequados, trazendo com isso diversos problemas sociais e ambientais. A sociedade quando educada, informada e instruída, exerce papel fundamental diante de problemas de ordem social e ambiental, despertando para a realidade e obrigação de cada indivíduo, neste contexto a educação ambiental torna-se ferramenta de grande importância pelas várias particularidades e possibilidades de trabalhar tanto com crianças, jovens ou adultos.

5 CONCLUSÃO

Os resíduos sólidos devem ser encarados como um problema de toda a sociedade. No caso do município de Palmas-TO, os métodos utilizados de destinação final de RSU obtiveram um resultado satisfatório, mas pode haver uma melhora significativa, pois a implantação de coleta seletiva e/ou logística reversa, compostagem e incineração, como alternativas tecnicamente viáveis geram um aumento relevante da vida útil do atual aterro sanitário.

A geração per capita de resíduos sólidos domésticos do município esta próxima da estabelecida para cidades de até 500 mil habitantes, tendo em vista que os valores podem variar de acordo com a época do ano devido às chuvas.

Os procedimentos atuais de operação e os elementos do Aterro Sanitário de Palmas-TO são realizados em atendimento aos requisitos mínimos estabelecidos na NBR 8419/1992, cujas rotinas são sistematizadas para que sua eficiência seja maximizada, assegurando seu funcionamento como destinação final sanitária e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Palmas-TO, ao longo de toda a sua vida útil.

REFERÊNCIAS

ABRELP. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Abrelp, 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2idDOSb>>. Acesso em: 11 de outubro de 2017.

ALSAMAWI, Adnan A.; ZBOON, Abdul Razzak T.; ALNAKEEB, Aumar. **Estimation of Baghdad Municipal Solid Waste Generation Rate**. Eng. & Tech. Jornal, Vol.27, Nº.1, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 8849**: apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos: procedimentos. Rio de Janeiro, 1985.

_____. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 13896**: aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 15849**: resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, 2010.

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2010.

BIDONE, F. R. A.; POVONELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos-SP. 1999.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: <<http://bit.ly/1b4nb2s>>. Acesso em 17 de outubro de 2017.

CBS Previdência, **Coleta Seletiva de Lixo**. Disponível em: <<http://bit.ly/2xwJBsC>>. Acesso em: 17 de outubro de 2017.

CETESB, **Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental**. Manual de instruções básicas para a execução de aterro sanitário, São Paulo, 1979.

COMLURB, **Companhia Municipal de Limpeza Urbana**. Prefeitura do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/2zZkqk6>>. Acesso em: 19 outubro 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos. **Resolução n. 404**, de 11 de novembro de 2008.

CUNHA, Valeriana; CAIXETA FILHO, José V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não-linear de programação por metas. **Revista Gestão & Produção**, v.9, n.2, p.143-161, ago., 2002. Disponível em: <<http://web-resol.org/textos/a04v09n2.pdf>>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

DIAS, João Carlos Quaresma. **Logística global e Macrológica**. Lisboa: Edições Sílabo, 2005.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 8ª ed. Editora Positivo, 2004.

GADELHA, A.J.F. et al. Modelos de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. Mossoró – RN. v.2, n.1, p. 06-10. jan./dez. 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2yWGheg>>. Acesso em: 15 de outubro de 2017.

GIMENEZ, Karina P. **Gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Engenheiro Beltrão – PR**. 51 f. (Monografia de Tecnologia em Gerenciamento Ambiental). Campo Mourão, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2010.

IBAM, **Instituto Brasileiro de Administração Municipal**. Gestão integrada de resíduos sólidos: Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal/Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República [SEDU/PR], 2001.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico** - 2008. IBGE: Rio de Janeiro, 2008.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2º ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE, IPT 2622, 2000.

LANZA, V. C.; CARVALHO, A. L. D. **Orientações Básicas Para Operação de Aterro Sanitário**. Fundação Estadual do Meio Ambiente- FEAM, Belo Horizonte, 2006.

LEITE, P.R. **Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade**. 2ª ed. São Paulo: Pearson, 2009.

MANDELLI, Suzana Maria de Conto; LIMA, Luiz Mário Queiroz; OJIMA, Mário K. **Tratamento de resíduos sólidos: compêndio de publicações**. Caxias do Sul: Autor, 1991. 291 p.

MANSUR, G. L.; MONTEIRO, J.H.R.P. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Rio de Janeiro: IBAM/CEPU, 1991. 128 p.

MONTEIRO, José H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos-IBAM**. Rio de Janeiro, 2001.

MORAES, Eliene. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos urbanos de sete municípios da região metropolitana de Maringá**. 139 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana). Paraná, Universidade Estadual de Maringá, 2011.

PHILIPPI JR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade e BRUNA, Gilda Collet. Curso de Gestão Ambiental. Barueri, SP: Manole, 2004.

PHILIPPI, Júnior A. **Sistema de resíduos sólidos: coleta e transporte no meio urbano**. (Dissertação de Mestrado). São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 1979.

RODRIGUES, D.F.; RODRIGUES, G.G.; LEAL, J.E.; PIZZOLATO, N.D. **Logística Reversa- Conceitos e Componentes do sistema**. Curitiba: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002.

SANEAMENTO AMBIENTAL, 2008. Disponível em: < <http://bit.ly/2zfUgfl>>. Acesso em: 18 de outubro de 2017.

SILVEIRA, G. T. R. **Resíduos Sólidos como Base para uma Gestão Ambiental. Estudo de Caso: Entulhos da Construção Civil em Campinas, SP**. (Dissertação de Mestrado). Campinas, FEC/ UNICAMP, 1993.

PMSB, **Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas-TO. Resíduos Sólidos**. Palmas-TO. 2014.

APÊNDICES

ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome: Adelúzio Azevedo

Formação profissional: Economista, Gestor de Resíduos Sólidos, Especialista em Limpeza Pública, Técnico Operacional do Aterro Sanitário de Palmas-TO

ENTREVISTA

1. Qual a quantidade diária de lixo recebido pelo aterro sanitário entre Agosto de 2017 e Março de 2018 ?
2. Qual capacidade de Armazenamento do Aterro?
3. Vida útil do aterro?
4. Existem parcerias com associações e/ou cooperativas de reciclagens?
5. Como funciona o sistema operacional do Aterro Sanitário?
6. Já houve problema no sistema operacional que causasse algum tipo de impacto ambiental?
7. Quais os principais riscos que os funcionários do aterro estão sujeitos?
8. Quantos funcionários são necessários para a operação do aterro?
9. Existem melhorias a serem feitas? Quais?
10. Qual é dimensão usual das células do aterro?
11. Quanto tempo gasta aproximadamente para a célula chegar à capacidade máxima?
12. Quando foi criado o aterro?
13. Qual a área total do aterro e área utilizada?
14. Quanto e o custo operacional do aterro?

CARLOS HENRIQUE DE MELO COSTA

DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICO DE
PALMAS – TO

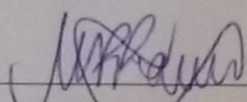
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos

Co-orientador: Econ. Adeluzio Azevedo

Aprovado em: 08 / 06 / 2018

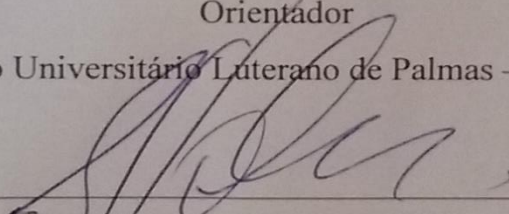
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Michele Ribeiro Ramos

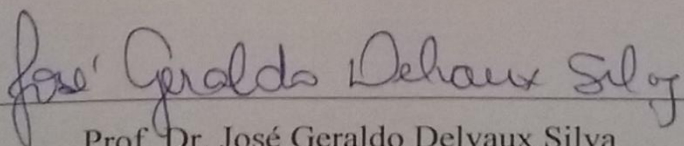
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. MSc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. Dr. José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2018

The screenshot shows the CopySpider application window. At the top, there is a menu bar with 'Arquivo', 'Ferramentas', and 'Ajuda'. Below it is a toolbar with icons for 'Ad. arquivo', 'Ad. URL', 'Iniciar', 'Parar', 'Limpar', and 'Opções'. The 'Limpar' button is highlighted. Below the toolbar, there is an 'E-mail' field containing 'kaicosta@gmail.com' and a 'Modo de pesquisa' dropdown menu set to 'Buscar em arquivos da internet'. The main area contains a table with the following columns: 'Nome do arquivo de entrada', 'Relatório', 'Tempo', 'Progresso', 'Chance', 'Status', 'Principal', and 'Remover'. The first row contains the file path 'C:\Users\carlos henrique\Desktop\TCC 2 C.H.docx', a button labeled 'Analisar', a time of '00:05:04', a progress of '100%', a chance of '0,43%', a status of 'Ok', and a red 'X' in the 'Remover' column. Below the table, there is a text box with a tip: 'Dica: **Professor**, peça a seus alunos que analisem seus trabalhos no CopySpider e enviem-lhe o relatório em HTML. Assim **você economiza tempo**.' At the bottom right, there is a notification area showing '3 novas notificações'. The Windows taskbar is visible at the very bottom, showing the search bar and various system icons.

Nome do arquivo de entrada	Relatório	Tempo	Progresso	Chance	Status	Principal	Remover
C:\Users\carlos henrique\Desktop\TCC 2 C.H.docx	Analisar	00:05:04	100%	0,43%	Ok		X

Dica: **Professor**, peça a seus alunos que analisem seus trabalhos no CopySpider e enviem-lhe o relatório em HTML. Assim **você economiza tempo**.

3 novas notificações